



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 196 21 709.1  
22 Anmeldetag: 30. 5. 98  
43 Offenlegungstag: 4. 12. 97

DE 196 21 709 A 1

71 Anmelder:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,  
DE

74 Vertreter:

Erbacher, A., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 63755 Alzenau

72 Erfinder:

Schmidt, Georg, Dipl.-Phys., 64873 Zwingenberg,  
DE; Hoffmann, Klaus, Dipl.-Phys., 64342  
Seeheim-Jugenheim, DE; Reiners, Dieter, Dipl.-Ing.,  
64342 Seeheim-Jugenheim, DE

56 Entgegenhaltungen:

DE 35 05 810 C2  
DE 38 22 007 A1  
DE 38 16 950 A1

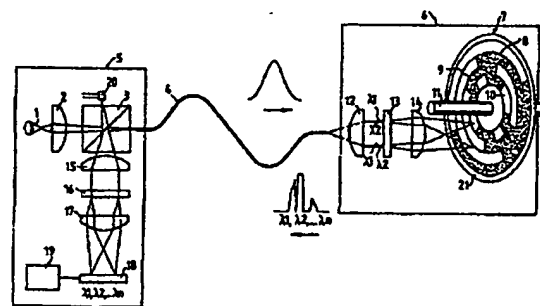
MEDLOCK, R.S.: Review of modulating techniques  
for fibre optic sensors. In: John P. Dakin: The  
Distributed Fibre Optic Sensing Handbook, 1990,  
page 24, Fib. 8;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Meßeinrichtung für lineare oder Drehbewegungen

57 Gegenstand der Erfindung ist eine Meßeinrichtung für  
lineare oder Drehbewegungen mit einem Codierträger, der  
Markierungen in einem absoluten Code aufweist, wobei die  
in parallelen Spuren angeordneten Markierungen optisch  
abgetastet werden.

Zwischen dem dem Codeträger (7) zugewandten Ende eines  
Lichtwellenleiters (4) und dem Codeträger (7) ist eine Optik  
(12) angeordnet, die das aus dem Lichtwellenleiter (4)  
austretende Lichtbündel in parallele Lichtbündel umwandelt.  
Je ein Lichtbündel ist unter Zwischenschaltung eines fre-  
quenzselektiven Elements (13) auf eine Spur (8, 9, 10) des  
Codeträgers (7) gerichtet ist, von dem im Gray-Code  
angebrachte Codemarken in den Spuren (8, 9, 10) Licht in die  
Optiken (12, 14) und das frequenzselektive Element (13)  
zurückwerfen. Zwischen dem der Lichtquelle (1) zugewand-  
ten Ende des Lichtwellenleiters (4) und der Lichtquelle (1) ist  
ein Strahlenteiler (3) angeordnet, der aus dem Lichtwellen-  
leiter (4) austretendes Licht einer parallele Lichtbündel  
erzeugenden Optik (15) zuführt, von der aus die Lichtbündel  
über ein frequenzselektives Element (16) auf einen zeilenför-  
migen photoelektrischen Empfänger (18) geworfen werden.



DE 196 21 709 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10. 97 702 049/223

4/26

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Meßeinrichtung für lineare oder Drehbewegungen mit einem Codeträger der Markierungen in einem absoluten Code aufweist, wobei die in mehreren parallelen Spuren angeordneten Markierungen optisch abgetastet werden.

Eine Meßeinrichtung der vorstehend beschriebenen Art ist aus der DE 37 11 958 A1 bekannt. Diese bekannte Meßeinrichtung enthält einen scheibenförmigen linear verschiebbaren oder drehbaren Stellungsgeber der mit dem Organ verbunden ist, dessen Position gemessen werden soll. Der Code ist in parallelen Spuren in Form von Codierungslöchern angebracht, die einem absoluten Maßstab zugeordnet sind. Die Spuren werden über Lichtwellenleiter von Lichtquelle beleuchtet. Das durch die Codierlöcher fallende Licht wird von Lichtwellenleitern aufgefangen die zu einem photoelektrischen Empfänger verlegt sind. Bei dieser Meßeinrichtung müssen wenigstens zwei Lichtwellenleiter vorgesehen sein, die an der Codescheibe in einzelne Lichtwellenleiterbündel aufgesplittet sind.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Meßeinrichtung für lineare oder Drehbewegungen mit einem Codeträger zu entwickeln, wobei zwischen dem Codeträger und der Lichtsende- und -empfangseinrichtung nur ein Lichtwellenleiter verlegt sein muß.

Das Problem wird bei einer Meßeinrichtung der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zwischen dem dem Codeträger zugewandten Ende eines Lichtwellenleiters und dem dem Codeträger eine Optik angeordnet ist, die das austretende Lichtbündel in parallele Lichtbündel umwandelt, von denen je eines unter Zwischenschaltung eines frequenzselektiven Elements auf eine Spur des Codeträgers gerichtet ist, dessen im Gray-Code in den Spuren angebrachte Codemarken Licht in die Optiken und das frequenzselektive Element reflektieren, und daß zwischen dem der Lichtquelle zugewandten Ende des Lichtwellenleiters und der Lichtquelle sein Strahlenteiler angeordnet ist, der aus dem Lichtwellenleiter austretendes Licht über eine parallele erzeugende Optik und ein frequenzselektives Element auf einen zeilenförmigen photoelektrischen Empfänger richtet. Diese Meßeinrichtung ermöglicht die genaue Winkelmessung und damit die Bestimmung der Winkelposition derjenigen Teile, an der der Codeträger befestigt ist. Die Meßwerte können mit einem minimalen Aufwand an Lichtwellenleitern fernübertragen werden, ohne daß die Meßgenauigkeit durch elektromagnetische Einflüsse beeinträchtigt wird. Da die Messung digital absolut ist, ist keine Referenzpunktinitialisierung nach Störungen notwendig. Durch die berührungslose Messung entfällt der Verschleiß. Der Codeträger ist einfach aufgebaut. Es ist keine aufwendige oder komplizierte Lagerung des Codeträgers notwendig. Die Meßeinrichtung ist daher robust und hält hohen mechanischen und thermischen Beanspruchungen stand. Darüberhinaus kann der Codeträger mit der Welle und den Lagern kompakt und klein ausgebildet sein, so daß die Meßeinrichtung wenig Raum beansprucht und ein geringes Gewicht hat.

Es ist zweckmäßig, als Lichtquelle eine Lumineszenzdiode mit einer Wellenlänge des ausgesendeten Lichts im Bereich von 650 nm und als Lichtwellenleiter ein Kunststofflichtwellenleiter vorzusehen.

Bei einer weiteren zweckmäßigen Ausführungsform ist als Lichtquelle eine Lumineszenzdiode mit einer Wellenlänge des ausgesendeten Lichts im Bereich von

850 nm und als Lichtwellenleiter ein Glasfaserwellenleiter mit 50/125 µm Querschnitt vorgesehen.

Meßeinrichtungen der oben beschriebenen Art werden zweckmäßigerweise in Flugzeugen in Verbindung mit Flugkontroll- bzw. -steuerorganen insbesondere unter Verwendung von Codescheiben zur Drehpositionserkennung eingesetzt. Insbesondere sind die erfindungsgemäßen Meßeinrichtungen bei Organen und Stellflächen vorteilhaft, deren Drehstellung erfaßt werden soll. Solche Stellflächen sind bei Seitenrudern, Höhenrudern, Querrudern, Landeklappen, Höhentrimmern, Spoilern und Vorflügeln sowie Sidesticks und Ruderpedalen vorgesehen. Zur Drehpositionsmessung der vorstehend Geräte werden zur Zeit Potentiometer oder induktive Differenztransformatorsysteme eingesetzt. Diese bekannten Drehwinkelmeßeinrichtungen für die Bestimmung der Stellflächenpositionen sind nicht verschleißfrei. Die Übertragungswege für die Meßwerte sind den bei den bekannten Vorrichtungen auch anfällig gegen elektromagnetische Störungen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Überwachungsvorrichtung für die Lichtquelle durch einen photoelektrischen Empfänger vorgesehen. Damit wird die hohe Zuverlässigkeit der Meßeinrichtung noch verbessert.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand eines in einer Zeichnung näher beschriebenen, aus der sich weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile ergeben.

In der Zeichnung ist eine Meßeinrichtung für Drehwinkel im Schema dargestellt.

Das von einer Lichtquelle 1 in Form einer Lumineszenzdiode erzeugte Licht wird mittels einer Optik 2 gebündelt und über einen Strahlenteiler 3 in einen Lichtwellenleiter 4 eingespeist.

Die Lumineszenzdiode sendet z. B. Licht mit einer Wellenlänge im Bereich von 650 nm aus.

Dieses Licht wird in den aus Kunststoff bestehenden Lichtwellenleiter 4 eingespeist. Es kann aber auch eine Lumineszenzdiode verwendet werden, die Licht in einem Wellenlängenbereich von 850 nm aussendet, wobei dann der Lichtwellenleiter vorzugsweise aus Glasfasern besteht, die 50/125 µm Querschnitt haben. Die Lichtquelle 1, die Optik 2 und der Strahlenteiler 3 gehören zu einer Send-, Empfangs- und Auswerteinheit 5, die noch weitere Bauelemente enthält, von denen einige unten noch weiter erläutert werden.

Das Licht wird mit dem Lichtwellenleiter 4 zu einer entfernt von der Send-, Empfangs- und Auswerteinheit angeordneten Meßwerterfassungseinheit 6 übertragen, die eine kreisförmige Codescheibe 7 enthält, auf der Markierungen in kreisförmigen Spuren 8, 9, 10 angeordnet. Die Codescheibe 7 ist mit einer Welle 11 versehen, die mit einem Organ verbunden ist, dessen Winkelposition gemessen werden soll. Anstelle einer drehbaren Scheibe kann auch eine linear verschiebbare Scheibe vorgesehen sein. Die Markierungen in den Spuren sind im Gray-Code ausgebildet und reflektieren je nach der binären Wertigkeit Licht mehr oder weniger stark bzw. nicht.

Das aus dem Lichtwellenleiter 4 austretende Licht wird in der Meßwerterfassungseinheit 6 mittels einer Linse 12 in ein streifenförmiges Bündel mit parallelen Lichtstrahlen umgewandelt. Dieses Lichtbündel wird durch ein frequenzselektives Element 13 geschickt, das Licht in spektralen Bestandteile zerlegt, die unterschiedlich stark abgelenkt werden. Die verschiedenen spektralen Bestandteile sind in der Zeichnung mit  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$  bezeichnet. Die Lichtstrahlen mit verschiedenen Wel-

lenlängenbereichen werden über eine weitere Linse 14 je auf eine der Spuren 8, 9, 10 geworfen. Von den lichtreflektierenden Markierungsabschnitten gelangt reflektiertes Licht zur Linse 14 und von dort über das frequenzselektive Element 13 und die Linse 12 zum Lichtwellenleiter 4, an dessen in der Sende-, Empfangs- und Auswertereinheit 5 angeordneten Ende das Licht auf den Strahlenteiler 3 geworfen wird, der einen Teil des Lichts um 90° ablenkt.

Als frequenzselektives Element kann ein Prisma, Gitter oder dgl. vorgesehen sein. Die Codescheibe 7 kann n Spuren enthalten. Eine Spur 21 reflektiert Licht in jeder Stellung.

Das von Strahlenteiler 3 abgelenkte Lichtbündel gelangt zu einer Optik 15, die aus dem Lichtbündel ein streifenförmiges Lichtbündel aus parallelen Lichtstrahlen erzeugt, das über ein frequenzselektives Element 16 geschickt wird, wobei das Licht dispersiert, d. h. in spektrale Bestandteile zerlegt wird. Die parallelen Lichtbündel mit den Strahlenbereiche  $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$  von unterschiedlicher Wellenlänge werden über eine zusätzliche Optik auf einen linearen photoelektrischen Empfänger geworfen, der insbesondere eine Zeilendiode 18 ist. Das Element 16 entspricht im Aufbau demjenigen des Elements 13. Die Zeilendiode 18 ist mit einem Mikrorechner 19 verbunden, der die von der Zeilendiode ausgegebenen Signale auswertet, indem er z. B. eine Codewandlung durchführt und die entsprechende Daten an andere Geräte weiterleitet. Weiterhin wird das von der Spur 21 reflektierte Licht überwacht. Wird kein Licht mehr empfangen, dann wird dies als Störung gemeldet.

Die oben beschriebene faseroptische Meßeinrichtung arbeitet digital, ist als Absolutgeber ausgebildet, (für jede Winkelposition wird ein eindeutig zugeordnetes Signal erzeugt), benötigt keine Referenzpunktinitialisierung nach Stromunterbrechungen oder Störungen, hat keinen Verschleiß, ist thermisch und mechanisch hoch belastbar und gegen elektromagnetische Störungen unempfindlich. Die Abmessungen sind klein, woraus sich ein geringes Gewicht ergibt. Darüberhinaus ist ein minimaler Aufwand für die Meßwertübertragung erforderlich. Daraus ergeben sich folgende weitere Vorteile:

- größtmögliche Sicherheit
- abgleichfreies und damit weitgehend wartungsarmes Meßprinzip
- Reduzierung des Herstellungs- und Wartungskosten (Wirtschaftlichkeit).

Ein photoelektrischer Empfänger 20 ist am Strahlenteiler 3 angeordnet und empfängt ein Teil des von der Lichtquelle ausgesandten Lichts. Hierdurch ist eine Überwachung der Lichtquelle 1 möglich. Weiterhin wird durch die Überwachung des Lichts der Spur 21 ein Faserbruch oder eine Störung der Codescheibe 7 oder der Zeilendiode 18 erfaßt.

Die oben beschriebene Meßeinrichtung wird vorzugsweise zur Winkelstellungsmessung bei Flugkontrollsystemen benutzt. Insbesondere werden Wellen 11 direkt oder über Getriebe mit den Wellen von Stellgliedern mit Luftumlenkflächen wie Seitenruder, Höhenruder, Querruder, Landeklappen, Höhentrimmern, Spoilern, Vorflügeln, Sidesticks und Ruderpedal verbunden.

#### Patentansprüche

1. Meßeinrichtung für lineare oder Drehbewegungen mit einem Codierträger der Markierungen in

einem absoluten Code aufweist, wobei die in parallelen Spuren angeordneten Markierungen optisch abgetastet werden, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem dem Codeträger (7) zugewandten Ende eines Lichtwellenleiters (4) und dem Codeträger (7) eine Optik (12) angeordnet ist, die das aus dem Lichtwellenleiter (4) austretende Lichtbündel in parallele Lichtbündel umwandelt, von denen unter Zwischenschaltung eines frequenzselektiven Elements (13) je eines auf eine Spur (8, 9, 10) des Codeträgers (7) gerichtet ist, von dem im Gray-Code angebrachte Codemarken in den Spuren (8, 9, 10) Licht in die Optiken (12, 14) und das frequenzselektive Element (13) zurückwerfen, und daß zwischen dem der Lichtquelle (1) zugewandte Ende des Lichtwellenleiters (4) und der Lichtquelle (1) ein Strahlenteiler (3) angeordnet ist, der aus dem Lichtwellenleiter (4) austretendes Licht einer parallelen Lichtbündel erzeugenden Optik (15) zuführt, von der aus die Lichtbündel über ein frequenzselektives Element (16) auf einen zeilenförmigen photoelektrischen Empfänger (18) geworfen werden.

2. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenlänge des ausgesandten Lichts im Bereich von 650 nm liegt und der Lichtwellenleiter (4) aus Kunststoff besteht.

3. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenlänge des ausgesandten Lichts im Bereich von 850 nm liegt und der Lichtwellenleiter (4) aus Glasfasern besteht.

4. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vom Strahlenteiler aus dem Sendelichtbündel reflektiertes Licht auf eine photoelektrischen Empfänger (20) geworfen wird.

5. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere Spur (21) vorgesehen ist, die Licht auf ihrer gesamten Länge reflektiert.

6. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die photoelektrischen Empfänger (18, 20) mit einem Mikrorechner (19) verbunden sind.

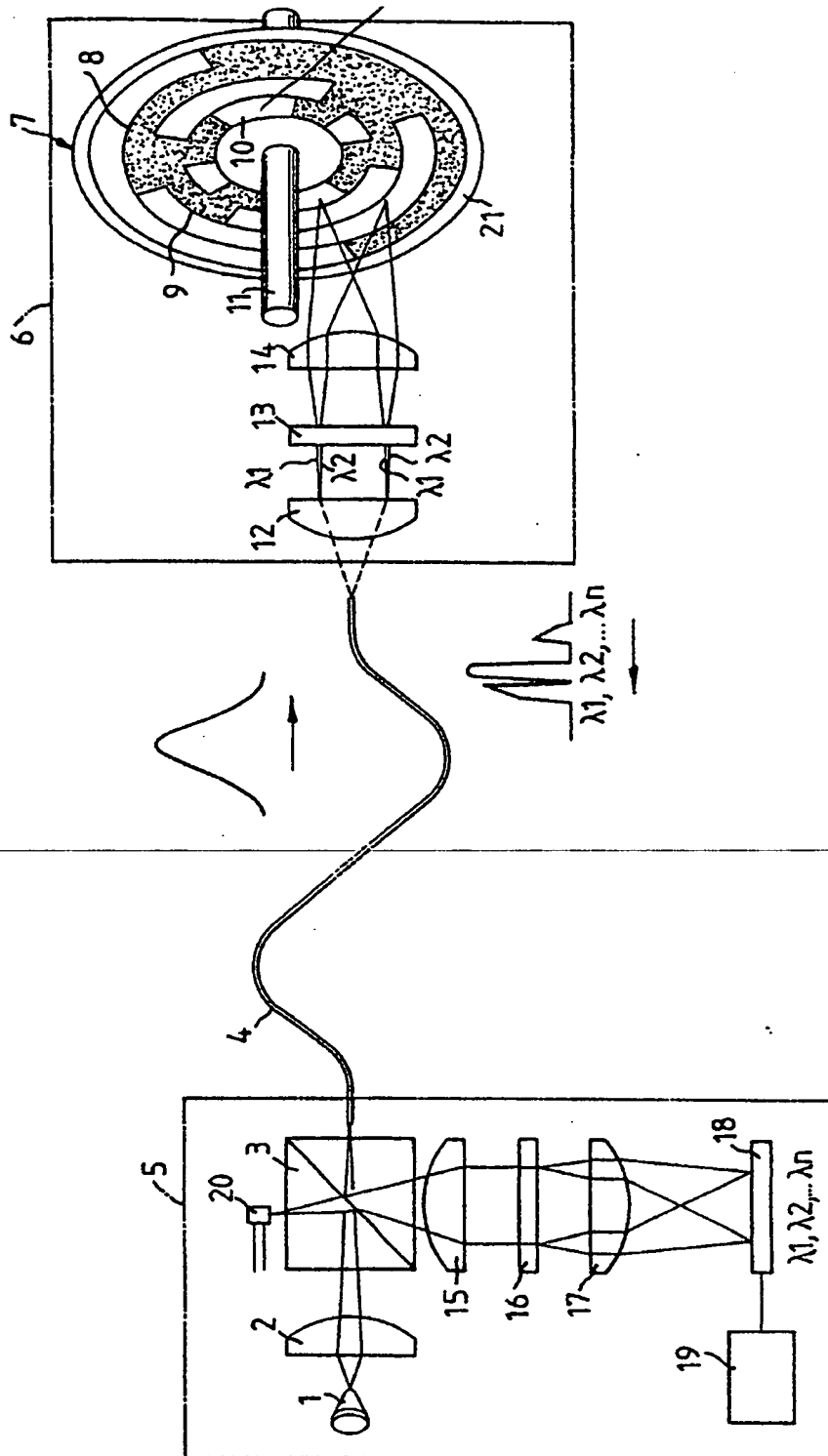
7. Meßeinrichtung nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß das von der weiteren Spur (21) reflektierte Licht auf Unterbrechung überwacht wird und daß eine Unterbrechung des Lichts eine Störung gemeldet wird.

8. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das frequenzselektive Element (13, 16) ein Prisma oder ein Gitter ist.

9. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Verwendung bei einem Stellglied mit aerodynamischen Stellflächen.

10. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Verwendung bei einem Sidestick oder Ruderpedal.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



BEST AVAILABLE COPY